

四次元ニューラルネットワークを用いた中学校の時間割自動生成手法

Automatic Generation Method of the Classroom Schedule for Junior High Schools with Four Dimensional Neural Networks

懸川 岳^{*1}, 金川 明弘^{*2}
Takeshi Kakegawa^{*1}, Akihiro Kanagawa^{*2}

^{*1} 岡山県立大学大学院情報系工学研究科

^{*1} Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural University

^{*2} 岡山県立大学情報工学部

^{*2} Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural University

Email: cd29013r@c.oka-pu.ac.jp

あらまし: 各種学校の時間割編成は教員や教室, 教科等による多種多様な制約条件を考慮しなければならないため, 教務担当への負担となっている. そのため時間割編成を計算機により自動化することが求められている. そこで本研究では, クラス・曜日・時限・教科を割り当てた四次元構造のニューラルネットワークで中学校における時間割編成問題を表現し, 時間割を自動生成する方法を提案する.

キーワード: 時間割編成問題, バイナリニューラルネットワーク

1. はじめに

時間割編成問題は教員や教室, 教科等に関する様々な制約条件を満たすように1週間の授業予定を決定する問題である. これらの制約は相互に絡み合う複雑なものであるため, 時間割の作成は教務担当への負担となっている. 大坪ら⁽¹⁾は中学校の時間割編成問題に対してタブーサーチを適用することで, 多くの制約を考慮した時間割を作成することを可能とした. しかし, タブーサーチにはタブーリスト長, 近傍探索数, 制約条件の重みといった多くのパラメータがあり, その設計は一般に試行錯誤によるチューニング以外になく, 非常に労力を要する. そこで本研究では, パラメータの設定が容易で計算速度の速いニューラルネットワークを用いて中学校の時間割を自動的に生成する方法を提案する.

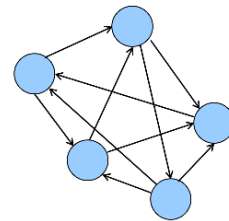


図1. ホップフィールド型ネットワーク

方法について説明する.

3.1 ネットワークの構成

まず $L \times I \times J \times K$ 個のニューロンを用意し, 図2のように配置する. ただし L, I, J, K はそれぞれクラス数, 曜日数, 時限数, 教科数である. 次に, クラス l , 曜日 i , 時限 j , 教科 k のニューロンの内部状態を U_{lijk} , 発火状況を V_{lijk} とする. このように表現することで, ある1つのニューロンが発火することが, ある時限に1つの授業を割り当てることに対応する.

2. ニューラルネットワーク

人間の脳の情報処理機構を数理的にモデル化したものがニューラルネットワークである. 従来, 組合せ最適化問題に対して, 図1のような, アナログニューロンによるホップフィールド型ネットワークが用いられてきたが, これはエネルギー関数の設定やニューロンの収束に問題があった. ところが, 近年ニューロンの出力値を0と1に限定したバイナリニューロンで構成される, 極小解対策のためのヒルクライミング項を追加したネットワークが様々な組合せ最適化問題を有効に解決することが報告されている⁽²⁾. また, 金川ら⁽³⁾は, このバイナリニューラルネットが三次元に拡張できることをナース・スケジューリング問題で示した. 本研究ではこれをさらに拡張し, 四次元のニューラルネットワークを用いる.

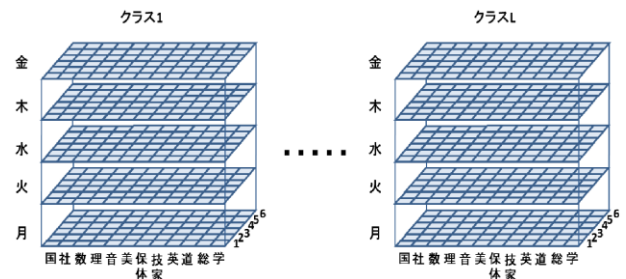


図2. ニューロンの配置例

3. 問題の表現方法

時間割編成問題をニューラルネットワークで表現する

3.2 制約条件と動作式の設定

本研究で考慮した制約条件は以下の9つである.

CR₁ 同一時限には1教科のみ割り当てる.

CR₂ 1日に同一教科の授業は1つまで(技術家庭は除く)とする。

CR₃ 1週間の各教科の授業数は決まっている。

CR₄ 各教科の同時刻に使用できる教室数は決まっている。

CR₅ 技術家庭は1日に午前と午後をまたがずに2時間連続で行う。

CR₆ 保健体育は2クラス合同で行う。

CR₇ 教員には午前中に授業のない空き時間を作る。

CR₈ 実施する時限が固定されている授業が存在する。

CR₉ ある時限に実施できない授業が存在する。

制約条件 CR₁~CR₆ は以下のニューロンの動作式にそれぞれ第一項, 第二項, 第三項, 第四項, 第五項, 第六項として表現している。第七項はヒルクライミング項でネットワークが局所解に陥った際に脱出するための項である。

$$\begin{aligned} \frac{dU_{lijk}}{dt} = & -A \left(\sum_{p=0}^{K-1} V_{lijp} - 1 \right) \\ & - \frac{A}{2} \left(\sum_{p=0}^{J-1} V_{lipk} - 1 + \left| \sum_{p=0}^{J-1} V_{lipk} - 1 \right| \right) \{1 - h(k-7)\} \\ & - A \left(\sum_{p=0}^{L-1} \sum_{q=0}^{J-1} V_{lpqk} - a_k \right) \\ & - \frac{A}{2} \left(\sum_{p=0}^{L-1} V_{pijk} - b_k + \left| \sum_{p=0}^{L-1} V_{pijk} - b_k \right| \right) \\ & + AV_{lij+1k} h(k-7) \\ & - A \left(\sum_{p=0}^{L-1} V_{pijk} - 1 \right) h(k-6) \\ & + Bh \left(\sum_{p=0}^{K-1} V_{lijp} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

ただし, a_k は教科 k の 1 週間の授業数, b_k は教科 k の同時刻に使用できる教室数を表している。 $h(x)$ は $x=0$ のとき 1, $x \neq 0$ のとき 0 の値をとるような関数である。定数 A, B はそれぞれ $A=1, B=1$ (5 回更新ごとに $B=4$) とした。また, 制約 CR₈, CR₉ は強制的にニューロンを発火させる, またはさせないことによりこれを表現した。制約 CR₇ については特に設定はせず, 制約が全て満たされた状態を終了条件とした。

4. 検証

以下の設定の下で制約 CR₁~CR₉ を全て満たす時間割を作成する。

クラス数 L : 4

クラス 1~クラス 4 の 4 クラスとする。

曜日数 I : 5

月曜~金曜の 5 日間とする。

時限数 J : 6

5 日間ともに 6 限授業とする。

教科数 K : 12

国語・社会・数学・理科・音楽・美術・保健体育・技術家庭・英語・道徳・総合・学活の 12 教科とする。

各教科の一週間の授業数 a_k

a_k : 4, 3, 4, 4, 1, 1, 3, 2, 4, 1, 2, 1

各教科の同時刻に使用できる教室数 b_k

b_k : 3, 3, 3, 2, 1, 1, 2, 1, 3, 4, 4, 4

必ず実施する授業

クラス 1 の火曜 1 限は数学, クラス 2 の木曜 2 限は英語, クラス 3 の金曜 6 限は保健体育を実施する。

実施できない授業

クラス 3 の月曜 1 限に保健体育, クラス 4 の金曜 2 限に音楽を実施することができない。

5. 検証結果・考察

利用可能な時間割となるために必ず満たすべき CR₁ の制約を満たした上で, 様々な制約 CR₂~CR₉ を満たす時間割を作成することができた。また, 制約 CR₈, CR₉ を外した場合と加えた場合を比較すると, 後者の方が内部状態の更新回数が減少していたため, この 2 つの制約の少なくとも一方は時間割作成をより簡単にするものであると考えられる。

6. おわりに

本研究では中学校における時間割編成問題を, クラス・曜日・時限・教科を割り当てた四次元構造のニューラルネットワークで表現し, 現実的な制約を考慮した時間割を作成した。大坪らの用いたタブーサーチではパラメータが多く, その設定が難しいため手間がかかる。その一方, 提案手法で調整が必要となったパラメータはニューロンの動作式における各項の係数のみであり, ほとんど調整することなく制約を全て満たす時間割が生成できた。パラメータ設定の容易な提案手法で時間割を作成できることは大きな利点であるといえる。今後は実際の中学校の教務担当, 教員等に出力結果を吟味してもらい, より完成度の高いシステムを構築する予定である。

参考文献

- (1) 大坪正和, 倉重賢治, 亀山嘉正: “中学校における時間割編成問題への取り組み”, 日本経営工学会論文誌, Vol. 57, No. 3, pp. 231-242, 2006.
- (2) Y. Takefuji: Neural Network Parallel Computing, Kluwer Academic Publishers, 1992.
- (3) 金川明弘, 山根千佳, 高橋浩光: “バイナリーニューラルネットによるナース・スケジューリング問題の基本解の導出”, 情報処理学会論文誌, Vol. SIG 10, No. 3, pp. 41-47, 2005.